

- (19) Japanese Patent Office (JP)
- (12) Publication of unexamined patent applications (A)
- (11) Publication of Patent Application  
HEI 11-307264
- (43) Publication Date: November 5, 1999
- (51) Int. Cl.<sup>6</sup>: H 05 B 33/22  
33/14  
33/26

## Identification symbol

FI:	H 05 B	33/22	Z
		33/14	A
		33/26	Z

Request for Examination: not requested

Number of Claims: 8

OL

(5 pages in total)

- (21) Application Number: HEI 10-107595
- (22) Application Date: April 17, 1998
- (71) Applicant: 000005821  
Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.  
1006, Oaza-Kadoma, Kadoma-shi, Osaka
- (72) Inventor: Masao Fukuyama  
3-10-1, Higashi-Sanda, Tama-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa  
c/o Matsushita Research Institute Tokyo, Inc.

(72) Inventor: Mutsumi Suzuki  
3-10-1, Higashi-Sanda, Tama-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa  
c/o Matsushita Research Institute Tokyo, Inc.

(72) Inventor: Yoshikazu Hori  
3-10-1, Higashi-Sanda, Tama-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa  
c/o Matsushita Research Institute Tokyo, Inc.

(74) Agent: Patent Attorney: Tomoyuki Takimoto one other

(54) [Title of the Invention]

ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT

(57) [ABSTRACT]

[Object]

It is an object to provide an organic electroluminescent element in which a luminous efficiency is high and luminance deterioration is little during the driving life.

[Solving Means]

The present invention is an organic electroluminescent element in which a buffer layer provided in contact with a cathode includes an inorganic compound and a metal. Alternatively, the present invention is an organic electroluminescent element in which a buffer layer provided in contact with an anode includes a metal or an oxidizing inorganic compound. With this structure, an organic electroluminescent element in which the luminous efficiency is high and the luminance deterioration is little during the driving life is provided.

Scope of Claims

[Claim 1]

An organic electroluminescent element comprising an organic layer between a pair of electrodes,

wherein a buffer layer which is provided in contact with a cathode of the pair of electrodes includes an inorganic compound and a metal.

[Claim 2]

The organic electroluminescent element according to Claim 1,

wherein the metal has are reducibility.

[Claim 3]

The organic electroluminescent element according to Claim 1,

wherein a work function of the metal is 4.0 eV or less.

[Claim 4]

The organic electroluminescent element according to any one of Claims 1 to 3,

wherein the cathode is composed of a metal having a work function of 4.0 eV or more, or an inorganic compound.

[Claim 5]

An organic electroluminescent element comprising an organic layer between a pair of electrodes,

wherein a buffer layer which is provided in contact with an anode of the pair of electrodes includes a metal.

[Claim 6]

The organic electroluminescent element according to Claim 5,

wherein a work function of the metal is 4.0 eV or more.

[Claim 7]

An organic electroluminescent element comprising an organic layer between a pair of electrodes,

wherein a buffer layer which is provided in contact with an anode of the pair of electrodes includes an oxidizing inorganic compound.

[Claim 8]

The organic electroluminescent element any one of Claims 1 to 7,

wherein whichever of the pair of electrodes has transmittance of light in a visible region of 20 % or more.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical field of the Invention]

The present invention relates to an organic electroluminescent element which is a light-emitting element used extensively as various types of display devices and in particular, it is superior in low driving voltage, high luminance, and stability.

[0002]

[Prior Art]

Since an electroluminescent element is capable of brighter and crisper display than a liquid crystal element by self emission, it has been conventionally studied by many researchers.

[0003]

Now, as an electroluminescent element which is developed to a practical level and commercialized, there is an element using an inorganic material ZnS.

[0004]

However, since such an inorganic electroluminescent element needs about 200 V as driving voltage for light emission, it is not used widely.

[0005]

In contrast with this, an organic electroluminescent element which is an electroluminescent element using of an organic material has been conventionally far from a practical level; however, the property has been improved exponentially by a structure element which is stacked and was developed by C. W. Tang et al. of Eastman Kodak Company in 1987 (Appl. Phys. Lett., volume 51, p. 913, 1987).

They succeeded in obtaining light emission by stacking a fluorescent substance which has a stable structure of a vapor deposited film and can transport an electron and an organic substance which can transport a hole and by injecting both carriers into the fluorescent substance.

[0006]

Thus, the luminous efficiency of an organic electroluminescent element improves, and light emission of 1000 cd/m<sup>2</sup> or more with a voltage of 10 V or less has been obtained.

[0007]

A basic luminescence property of such an organic electroluminescent element is excellent, and one of the biggest problems which interrupt the practical application now is lack of stability. Specifically, the lack of stability is, for example, going down of light emission luminance, formation of a non-light-emitting region which is referred to as a dark spot, or destruction by short circuit of an element.

[0008]

A problem of an interface between an electrode and an organic layer is

considered as one of causes of such a characteristic deterioration, and improving an organic layer connected to a cathode is examined for solving the problem. Specifically, providing an interface layer which is composed of an aromatic amine compound between an organic luminescent layer and a cathode (Japanese Published Unexamined Patent Publication No. Hei 6-267658) and providing an electron injecting layer including an alkali metal compound (Japanese Published Unexamined Patent Publication No. Hei 9-17574) and the like are disclosed; however, these are not sufficient.

[0009]

[Problem to be Solved by the Invention]

It is an object of the present invention to provide an organic electroluminescent element in which the luminous efficiency is high and the luminance deterioration is little during the driving life.

[0010]

[Means for Solving the Problem]

The present invention is an organic electroluminescent element in which a buffer layer provided in contact with a cathode includes an inorganic compound and a metal. Alternatively, it is an organic electroluminescent element in which a buffer layer provided in contact with an anode includes a metal or an oxidizing inorganic compound. With such a structure like this, an organic electroluminescent element in which luminous efficiency is high and the luminance deterioration is little during the driving life is provided.

[0011]

[Embodiment Mode of the Invention]

The present invention described in Claim 1 is an organic electroluminescent element having an organic layer between a pair of electrodes, and a buffer layer which is provided in contact with a cathode of the pair of electrodes includes an inorganic compound and a metal. Electron injection from the cathode is improved and the luminous efficiency is considerably increased by providing such a buffer layer.

[0012]

Because of this, reducing deterioration of luminance at a time of driving is possible. As an inorganic compound used here, for example, an oxide such as silicon oxide, germanium oxide, tin oxide, or zinc oxide, or a fluoride such as magnesium fluoride or calcium fluoride can be given.

[0013]

In addition, the metal may have reducibility as described in Claim 2. Specifically, a greatly electropositive metal such as alkali metal, alkaline-earth metal, aluminum, or zinc can be given.

[0014]

In addition, a metal having a work function of 4.0 eV or less may be used as described in Claim 3. Specifically, there are alkali metal, alkaline-earth metal, rare-earth metal, scandium, yttrium, and the like. In particular, alkali metal such as Li, Mg, Ca, Sr, and alkaline-earth metal are preferred.

[0015]

In addition, the invention described in Claim 4 is an organic electroluminescent element in which a cathode is composed of a metal having a work function of 4.0 eV or more and an inorganic compound. Generally, when a metal having a work function of 4.0 eV or more is used, the luminous efficiency is low and the driving life is very short.

However, in an element of the above structure, even when a stable metal having a work function of 4.0 eV or more or an inorganic compound is used for the cathode, an element having high luminous efficiency and a long driving life can be provided.

[0016]

Specifically, aluminum, silver, copper, gold, tin, indium, manganese, nickel, platinum, indium oxide, tin oxide, or the like can be given.

[0017]

Next, the invention described in Claim 5 is an organic electroluminescent element having an organic layer between a pair of electrodes, and a buffer layer which is provided in contact with an anode of the pair of electrodes includes a metal. If such a buffer layer is provided, an element in which a hole injection from the anode is caused easily, and the luminous efficiency and the life property are excellent can be obtained.

[0018]

Further, a metal which is included preferably has a work function of 4.0 eV or more as described in Claim 6. Specifically, aluminum, silver, copper, gold, tin, indium, manganese, nickel, platinum, or the like can be given.

[0019]

In addition, the invention described in Claim 7 is an organic electroluminescent element having an organic layer between a pair of electrodes, and a buffer layer which is provided in contact with an anode of the pair of electrodes includes an oxidizing inorganic compound. A permanganate, a chromate, a peroxide, an oxidizing metal salt, an oxidizing oxide, or the like can be given as an oxidizing inorganic compound.

[0020]

In addition, the invention described in Claim 8 is an organic electroluminescent



element in which transmittance of light in a visible-light region is 20 % or more through a pair of electrodes, and a transmissive light-emitting element can have high luminous efficiency and an excellent life property. Specifically, a metal thin film can be used in addition to ITO or tin oxide which is a transparent electrode as an electrode.

[0021]

Note that a vacuum evaporation method is suitable for a manufacturing method of the buffer layer, and another thin film forming method may be used. In addition, the buffer layer is effective even when the film thickness is very thin, and it may be 0.1 nm thick or more.

[0022]

In addition, various types of fluorescent materials such as various types of fluorescent metal complex compounds, fluorescent organic compounds such as an oxazole derivative and a styryl derivative, a fluorescent high polymer such as polyparaphenylenevinylene can be used as a luminescent material.

[0023]

In addition, a higher efficiency, higher luminance, and higher-reliability organic electroluminescent element can be manufactured by adding a various types of fluorescent materials such as a condensed polycyclic compound such as a quinacridone-based compound, a coumarin-based compound, rubrene, or perylene to the luminescent layer as a dopant.

[0024]

In addition, any structure of element can be used as the structure of element of the present invention as long as a buffer layer is provided in contact with a cathode or an anode; the buffer layer may be used in contact with both of the cathode and the

anode, or one of them. An example of the cases of using only a buffer layer provided in contact with the cathode is shown as follows. In addition, from an anode to a cathode are usually stacked in order over the substrate; alternatively, a cathode to an anode may be adversely stacked in order over the substrate.

[0025]

An anode / a light emitting layer / a buffer layer / a cathode

An anode / a hole transporting layer / a light emitting layer / a buffer layer / a cathode

An anode / a hole injection layer / a hole transporting layer / a light emitting layer / a buffer layer / a cathode

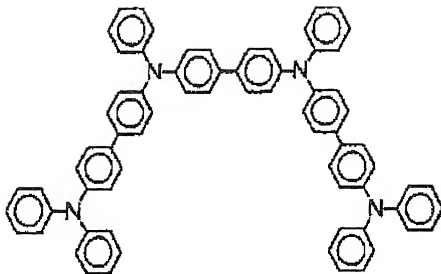
An anode / a hole transporting layer / a light emitting layer / an electron transporting layer / a buffer layer / a cathode

An anode / a hole injection layer / a hole transporting layer / a light emitting layer / an electron transporting layer / a buffer layer / a cathode

The present invention is hereinafter explained by concrete embodiment modes. In the embodiment modes below, unsubstituted triphenylamine tetramer (TPT) which is shown in (Formula 1) as a hole transporting material, and tris (8-quinolinol) aluminum (hereinafter referred to as Alq) as a luminescent material are used, and the structure of element in which the anode, the hole transporting layer, the luminescent layer, and the cathode are stacked in order is shown typically; however, the present invention is naturally not limited to this structure.

[0026]

[Formula 1]



[0027]

(Embodiment Mode 1)

The electroluminescent element of this embodiment mode is manufactured to have a structure in which a hole transporting layer 3, a luminescent layer 4, a cathode buffer layer 5, and a cathode 6 are evaporated in order over an ITO electrode which is formed previously over a glass substrate 1 as a transparent electrode 2 as shown in FIG. 1.

[0028]

First, a glass substrate which is washed enough (an ITO electrode has already been formed), TPT, Alq, silicon monoxide, aluminum, and lithium were set in an evaporation device.

[0029]

Next, after having exhausted to  $2 \times 10^{-6}$  torr, TPT set at a rate of 0.1 nm/sec is evaporated to form the hole transporting layer to 50 nm. Then, Alq which is the luminescent material set is evaporated at a rate of 0.1 nm/sec, to form the luminescent

layer to a film thickness of 25 nm. Subsequently, silicon monoxide and lithium are evaporated from different evaporation sources, and the cathode buffer layer which is composed of silicon monoxide and lithium is stacked to 5 nm. After that, the evaporation of aluminum is performed at a rate of 0.5 nm/sec, and the thickness was 150 nm. Note that the both evaporations are performed continuously without breaking a vacuum, and the film thickness was monitored with a crystal oscillator.

[0030]

Then, after manufacturing the element, taking out of the electrode is carried out immediately in dry nitrogen, and property measurement was done sequentially. Here, the luminous efficiency of the obtained element which was defined with a value of the case where the light emission luminance is  $500 \text{ cd/m}^2$ . In addition, the driving life is defined as a period until the luminance decreases to  $500 \text{ cd/m}^2$  that is half the initial luminance in the case where the initial luminance is  $1000 \text{ cd/m}^2$  and the element is driven by a constant current.

[0031]

Therefore, in this embodiment mode, the luminescent property was  $1.51 \text{ m/W}$ , the driving life was 600 hours.

[0032]

Meanwhile, the organic electroluminescent element is manufactured similarly except that the cathode buffer layer was not provided for comparison and the property was searched. As a result, the luminous efficiency was  $0.31 \text{ m/W}$ , and the driving life was 1 hour or less.

[0033]

As described above, it was confirmed that the luminous efficiency and the

driving life of the organic electroluminescent element of this embodiment mode are improved substantially.

[0034]

(Embodiment Mode 2)

In this embodiment mode, the organic electroluminescent element was manufactured as in embodiment mode 1 except for using the inorganic compound and a metal mixed film shown in (Chart 1) as the cathode buffer layer, and the property was evaluated.

[0035]

The result is shown in (Chart 1) below.

[0036]

[Chart 1]

cathode buffer layer	luminous efficiency (lm/w)	driving life (time)
silicon monoxide + magnesium	1.4	550
silicon monoxide + calcium	1.3	540
silicon monoxide + aluminum	1.3	490
germanium monoxide + lithium	1.5	520
zinc oxide + lithium	1.5	550
magnesium fluoride + lithium	1.5	530

[0037]

According to (Chart 1), it was confirmed that the luminous efficiency and the driving life of the organic electroluminescent element of this embodiment mode are improved substantially.

[0038]

## (Embodiment Mode 3)

The electroluminescent element of this embodiment mode is manufactured to have a structure in which an anode buffer layer 7, a hole transporting layer 3, a luminescent layer 4, and a cathode 6 are evaporated in order on an ITO electrode which is formed previously over a glass substrate 1 as a transparent electrode 2 as shown in FIG. 2.

[0039]

First, a glass substrate which is washed enough (an ITO electrode has already been formed), TPT, Alq, silver, aluminum, and lithium were set in an evaporation device.

[0040]

Next, after having exhausted to  $2 \times 10^{-6}$  torr, TPT and silver were evaporated from different evaporation sources and the anode buffer layer 7 which is composed of TPT and silver was stacked to 5 nm. Subsequently, TPT set at a rate of 0.1 nm/sec is evaporated to form the hole transporting layer to 50 nm. Then, Alq which is the luminescent material set is evaporated at a rate of 0.1 nm/sec, and the luminescent layer to a film thickness of 25 nm. After that, aluminum (Al) and lithium (Li) were evaporated from different evaporation sources to form an AlLi cathode which has a film thickness of 50 nm. Note that both evaporations were performed continuously without breaking a vacuum, and the film thickness was monitored with a crystal oscillator.

[0041]

Then, after manufacturing the element, taking out of the electrode is carried out immediately in dry nitrogen, and property measurement was done sequentially. Here, the luminous efficiency of the obtained element which was defined with a value of the

case where the light emission luminance is  $500 \text{ cd/m}^2$ . In addition, the driving life is defined as a period until the luminance decreases to  $500 \text{ cd/m}^2$  that is half the initial luminance in the case where the initial luminance is  $1000 \text{ cd/m}^2$  and the element is driven by a constant current.

[0042]

Therefore, in this embodiment mode, the luminescent property was  $2.01 \text{ m/W}$ , the driving life was 1010 hours.

[0043]

Meanwhile, the organic electroluminescent element is manufactured similarly except that the anode buffer layer was not provided for comparison and the property was searched.

[0044]

As a result, the luminous efficiency was  $1.01 \text{ m/W}$ , and the driving life was 500 hours. As described above, it was confirmed that the luminous efficiency and the driving life of the organic electroluminescent element of this embodiment mode are improved substantially.

[0045]

(Embodiment Mode 4)

In this embodiment mode, an organic electroluminescent element was manufactured as in the embodiment mode 3 except for using the chemical compound shown in (Chart 2) as the anode buffer layer, and the property was evaluated.

[0046]

The result is shown in (Chart 2) below.

[0047]

[Chart 2]

anode buffer layer	luminous efficiency (lm/w)	driving life (time)
TPT + aluminum	1.9	1100
TPT + indium	2.1	1040
silicon monoxide + silver	1.8	990
magnesium fluoride + silver	1.9	920
TPT + silver monoxide	1.9	950
TPT + barium oxide	1.8	930

[0048]

It is confirmed in the (Chart 2) that the luminous efficiency and the driving life of the organic electroluminescent element of this embodiment mode are improved substantially.

[0049]

[Effect of the Invention]

As described above, according to the present invention, advantageous effect in which an organic electroluminescent element in which a luminous efficiency is high and luminance deterioration is little during the driving life can be obtained.

[Brief Description of Drawings]

[FIG. 1] A diagram which shows a structure of an organic electroluminescent element in an embodiment mode of the present invention.

[FIG. 2] A diagram which shows a structure of an organic electroluminescent element in an embodiment mode of the present invention.

[Explanations of the Reference numerals]

1: glass substrate, 2: transparent electrode, 3: hole transporting layer, 4: light emitting layer, 5: cathode buffer layer, 6: cathode, 7: anode buffer layer



**Family list**

1 application(s) for: JP11307264

**1 ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT**

**Inventor:** FUKUYAMA MASAO ; SUZUKI  
MUTSUMI (+1)

**EC:**

**Applicant:** MATSUSHITA ELECTRIC IND CO  
LTD

**IPC:** H01L51/50; H05B33/12; H05B33/14; (+10)

**Publication info:** JP11307264 (A) — 1999-11-05

---

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

特開平11-307264

(43) 公開日 平成11年(1999)11月5日

(51) Int.Cl.<sup>a</sup>

識別記号

F I

H 0 5 B 33/22  
33/14  
33/26H 0 5 B 33/22  
33/14  
33/26Z  
A  
Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平10-107595

(22) 出願日 平成10年(1998) 4月17日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 福山 正雄

神奈川県川崎市多摩区東三田 3 丁目10番 1  
号 松下技研株式会社内

(72) 発明者 鈴木 睦美

神奈川県川崎市多摩区東三田 3 丁目10番 1  
号 松下技研株式会社内

(72) 発明者 堀 義和

神奈川県川崎市多摩区東三田 3 丁目10番 1  
号 松下技研株式会社内

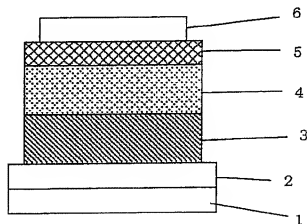
(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 有機電界発光素子

(57) 【要約】

【課題】 発光効率が高く駆動寿命時の輝度の低下が小さい有機電界発光素子を提供することを目的とする。

【解決手段】 本発明は、陰極に接して設けたバッファ層が、無機化合物と金属を含む有機電界発光素子である。または、陽極に接したバッファ層が金属または酸性の無機化合物を含む有機電界発光素子である。このような構成によれば、発光効率が高く駆動寿命時の輝度の低下が小さい有機電界発光素子を提供される。



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 一対の電極の間に有機層を有する有機電界発光素子であって、前記一対の電極の内の陰極に接して設けたバッファ層が、無機化合物と金属を含むものである有機電界発光素子。

【請求項2】 金属が還元性を有しているものである請求項1記載の有機電界発光素子。

【請求項3】 金属の仕事関数が4.0 eV以下のものである請求項1記載の有機電界発光素子。

【請求項4】 陰極が、仕事関数が4.0 eV以上の金属または無機化合物からなる請求項1から3のいずれかに記載の有機電界発光素子。

【請求項5】 一対の電極の間に有機層を有する有機電界発光素子であって、前記一対の電極の内の陽極に接して設けたバッファ層が、金属を含むものである有機電界発光素子。

【請求項6】 金属が仕事関数が4.0 eV以上のものである請求項5記載の有機電界発光素子。

【請求項7】 一対の電極の間に有機層を有する有機電界発光素子であって、前記一対の電極の内の陽極に接して設けたバッファ層が、酸化性を有する無機化合物を含むものである有機電界発光素子。

【請求項8】 一対の電極が、いずれも可視光領域での光透過率が20%以上である請求項1から7のいずれかに記載の有機電界発光素子。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、各種の表示装置として広範囲に利用される発光素子であって、特に低い駆動電圧、高輝度、安定性に優れた有機電界発光素子に関するものである。

##### 【0002】

【従来の技術】電界発光素子は、自己発光のために液晶素子にくらべて明るく、鮮明な表示が可能であるため、旧来多くの研究者によって研究されてきた。

【0003】現在、実用レベルに達し商品化されている電界発光素子としては、無機材料のZnSを用いた素子がある。

【0004】しかし、このような無機の電界発光素子は発光のための駆動電圧として200V程度必要であるため、広く使用されるには至っていない。

【0005】これに対して、有機材料を用いた電界発光素子である有機電界発光素子は、従来、実用的なレベルからはほど遠いものであったが、1987年にコダック社のC. W. Tangらによって開発された積層構造素子により、その特性が飛躍的に進歩した。(Appl. Phys. Lett., 51巻, 913頁, 1987年)

彼らは、蒸着膜の構造が安定であって電子を輸送することのできる蛍光体と、正孔を輸送することのできる有機

物を積層し、両方のキャリアーを蛍光体中に注入して発光させることに成功した。

【0006】これによって、有機電界発光素子の発光効率が向上し、10V以下の電圧で1000 cd/m<sup>2</sup>以上の発光が得られるようになった。

【0007】この様な有機電界発光素子の基本的な発光特性は、非常に優れており、現在その実用化を妨げている最も大きな課題の一つは安定性の不足にある。具体的には、発光輝度が低下したり、ダークスポットと呼ばれる発光しない領域が発生したり、素子の短絡により破壊が起きてしまうことである。

【0008】このような特性劣化の要因の一つに電極と有機層との界面の問題が考えられ、課題を解決のために陰極に接する有機層を改良することが検討されている。具体的には有機発光層と陰極の間に芳香族アミン化合物からなる界面層を設けたり(特開平6-267658号公報)、アルカリ金属化合物を含む電子注入層を設けること(特開平9-175744号公報)などが開示されているが、これらではまだ不十分である。

##### 【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、発光効率が高く駆動寿命時の輝度の低下が小さい有機電界発光素子を提供することを目的とする。

##### 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、陰極に接して設けたバッファ層が、無機化合物と金属を含むものである有機電界発光素子である。または、陽極に接して設けたバッファ層が、金属または酸化性の無機化合物を含む有機電界発光素子である。このような構成によれば、発光効率が高く駆動寿命時の輝度の低下が小さい有機電界発光素子が提供される。

##### 【0011】

【発明の実施の形態】請求項1記載の本発明は、一対の電極の間に有機層を有する有機電界発光素子であって、前記一対の電極の内の陰極に接して設けたバッファ層が、無機化合物と金属を含むものである有機電界発光素子である。このようなバッファ層を設けると陰極からの電子注入が改善され発光効率が大幅に上昇する。

【0012】このため、駆動時の輝度の低下を低減することが可能となる。ここで用いられる無機化合物としては、例えば酸化シリコン、酸化ゲルマニウム、酸化錫、酸化亜鉛などの酸化物、フッ化マグネシウム、フッ化カルシウムなどのフッ化物等が挙げられる。

【0013】また、請求項2に記載のように金属としては還元性を有しているものであるとよい。具体的にはアルカリ金属、アルカリ土類金属、アルミニウム、亜鉛などの電気的陽性の大きい金属が挙げられる。

【0014】また、請求項3に記載のように金属として仕事関数が4.0 eV以下のものを用いるとよい。具体的にはアルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、

スカンジウム、イットリウム等があり、特に、Li、Mg、Ca、Sr等のアルカリ金属、アルカリ土類金属が好適である。

【0015】また、請求項4記載の発明は、陰極が、仕事関数が4.0eV以上の金属または無機化合物からなる有機電界発光素子である。通常、仕事関数が4.0eV以上の金属を用いると発光効率が低く、駆動寿命が非常に短いものになる。しかし、上記の構成の素子では仕事関数が4.0eV以上の安定な金属または無機化合物を陰極に用いても発光効率が高く、駆動寿命が長い素子が可能となる。

【0016】具体的にはアルミニウム、銀、銅、金、銀、インジウム、マンガン、ニッケル、白金、酸化インジウム、酸化錫などが挙げられる。

【0017】次に、請求項5記載の発明は、一対の電極の間に有機層を有する有機電界発光素子であって、前記一対の電極の内の陽極に接して設けたバッファ層が、金属を含む有機電界発光素子である。このようなバッファ層を設けると、陽極からの正孔注入が容易に起き発光効率、寿命特性の優れた素子が得られる。

【0018】さらに、請求項6に記載のように含有する金属は仕事関数が4.0eV以上であるといふ。具体的には、アルミニウム、銀、銅、金、錫、インジウム、マンガン、ニッケル、白金、などが挙げられる。

【0019】また、請求項7記載の発明は、一対の電極の間に有機層を有する有機電界発光素子であって、前記一対の電極の内の陽極に接して設けたバッファ層が、酸化性の無機化合物を含む有機電界発光素子である。酸化性の無機化合物としては、過マンガン酸化合物、クロム酸化合物、過酸化化合物、酸性金属塩、酸性酸化物などが挙げられる。

【0020】また、請求項8記載の発明は、一対の電極が、いずれも可視光領域での光透過率が20%以上である有機電界発光素子であり、発光効率が高く寿命特性の優れた透過型の発光素子が可能となる。電極としては具体的には透明電極であるITOや酸化錫のほかに金属の薄膜を用いることができる。

【0021】なお、上記バッファ層の形成方法としては真空蒸着法による方法が好適であるが、他の薄膜形成方法を用いてもよい。また、上記バッファ層の膜厚は非常に薄くても効果があり、0.1nm以上あればよい。

【0022】また、発光材としては各種の蛍光性金属錯体化合物、オキサゾール誘導体やスチリル誘導体などの蛍光性有機化合物、ポリパラフェニレンビレンなどの蛍光性高分子化合物など各種の蛍光材料を用いることができる。

【0023】また、発光層にキナクリドン系化合物やクマリン系化合物、フルレン、ペリレンなど縮合多環化合物などの各種蛍光材料をドーパントとして添加すること

によりさらに高効率、高輝度、高信頼性の有機電界発光素子を作製することができる。

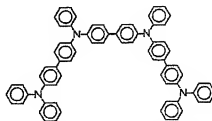
【0024】また本発明の素子構造としては、陰極または陽極に接してバッファ層が設けられていればどのようなものでもよく、バッファ層は陰極及び陽極の両方に用いても、片方のみを用いてもよい。陰極に接して設けたバッファ層のみを用いた場合の一例を示すと以下のようになる。また、通常は基板上に陽極から陰極の順に積層するが、これとは逆に基板上に陰極から陽極の順に積層してもよい。

【0025】陽極/発光層/バッファ層/陰極  
陽極/正孔輸送層/発光層/バッファ層/陰極  
陽極/正孔注入層/正孔輸送層/発光層/バッファ層/陰極  
陽極/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/バッファ層/陰極  
陽極/正孔注入層/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/バッファ層/陰極

以下に、本発明を具体的な実施の形態により説明する。以下の実施の形態では、正孔輸送材として(化1)で示す無置換トリフェニルアミン四重体(TPT)を、発光材としてトリス(8-キノリノール)アルミニウム(以下Alqという。)を用い、陽極、正孔輸送層、発光層、陰極の順に積層した素子の構成を代表的に示すが、本発明はこの構成に限定されるものでももちろんない。

【0026】

【化1】



【0027】(実施の形態1) 本実施の形態の電界発光素子は、図1に示すように、ガラス基板1上に透明電極2としてITO電極をあらかじめ形成したものの上に、正孔輸送層3、発光層4、陰極バッファ層5、陰極6の順に蒸着して作製した構成を有する。

【0028】まず、十分に洗浄したガラス基板(ITO電極は成膜済み)、TPT、Alq、一酸化シリコン、アルミニウム及びリチウムを蒸着装置にセットした。

【0029】ついで、 $2 \times 10^{-4}$  torrまで排気した後、0.1nm/秒の速度でセットしたTPTを蒸着し正孔輸送層を50nm形成した。ついで、セットした発光材のAlqを0.1nm/秒の速度で蒸着し、膜厚25nmの発光層を形成した。次に、一酸化シリコンとリチウムを異なる蒸着源より蒸着し、一酸化シリコンとリチウムとからなる陰極バッファ層を5nm積層した。

その後、アルミニウムの蒸着を $0.5\text{ nm/秒}$ の速度で行い、その厚さを $150\text{ nm}$ とした。なお、これらの蒸着はいずれも真空を破らずに連続して行い、膜厚は水晶振動子によってモニターした。

【0030】そして、素子作製後、直ちに乾燥窒素中で電極の取り出しを行い、引続特性測定を行った。ここで、得られた素子の発光効率 $\eta$ は、発光輝度 $500\text{ cd/m}^2$ の場合の値で定義した。また、駆動寿命は初期輝度を $1000\text{ cd/m}^2$ として一定電流で駆動したときに、輝度が初期の半分の $500\text{ cd/m}^2$ になる間での時間で定義した。

【0031】その結果、本実施の形態においては、発光特性は $1.5\text{ lm/W}$ 、駆動寿命は $600$ 時間であった。

陰極バッファ層	発光効率 (lm/W)	駆動寿命 (時間)
一般化シリコンナドゲネシウム	1.4	550
一般化シリコンナドカルシウム	1.3	540
一般化シリコンナドアルミニウム	1.3	490
一般化ガリウムナドナリウム	1.5	520
酸化亜鉛ナリウム	1.5	550
フッ化マグネシウムナリウム	1.5	530

【0037】(表1)より、本実施の形態の有機電界発光素子は、発光効率、駆動寿命が大幅に改善されていることが確認された。

【0038】(実施の形態3) 本実施の形態の電界発光素子は、図2に示すように、ガラス基板1上に透明電極2としてITO電極をあらかじめ形成したものの上に、陽極バッファ層7、正孔輸送層3、発光層4、陰極6の順に蒸着して作製した構成を有する。

【0039】まず、十分に洗浄したガラス基板(ITO電極は成膜済み)、TPT、Alq、銀、アルミニウム及びリチウムを蒸着装置にセットした。

【0040】ついで、 $2 \times 10^{-4}\text{ torr}$ まで排気した後、TPTと銀を異なる蒸着源より蒸着し、TPTと銀からなる陽極バッファ層7を $5\text{ nm}$ 積層した。次に $0.1\text{ nm/秒}$ の速度でセットしたTPTを蒸着し正孔輸送層を $50\text{ nm}$ 形成した。ついで、セットした発光材のAlqを $0.1\text{ nm/秒}$ の速度で蒸着し、膜厚 $25\text{ nm}$ の発光層を形成した。その後、アルミニウム(Al)とリチウム(Li)を異なる蒸着源より蒸着し、厚さ $150\text{ nm}$ のAlLi陰極を形成した。なお、これらの蒸着はいずれも真空を破らずに連続して行い、膜厚は水晶振動子によってモニターした。

【0041】そして、素子作製後、直ちに乾燥窒素中で

【0032】一方、比較のために、陰極バッファ層を設けない以外は同様にして有機電界発光素子を作製し、特性を調べた。その結果、発光効率は $0.3\text{ lm/W}$ 、駆動寿命は1時間以下であった。

【0033】以上より、本実施の形態の有機電界発光素子は、発光効率、駆動寿命が大幅に改善されていることが確認された。

【0034】(実施の形態2) 本実施の形態では、陰極バッファ層として(表1)に示した無機化合物と金属の混合膜を用いた以外は、実施の形態1と同様に有機電界発光素子を作製し、その特性を評価した。

【0035】その結果を、以下の(表1)に示す。

【0036】

【表1】

電極の取り出しを行い、引続特性測定を行った。ここで、得られた素子の発光効率 $\eta$ は、発光輝度 $500\text{ cd/m}^2$ の場合の値で定義した。また、駆動寿命は初期輝度を $1000\text{ cd/m}^2$ として一定電流で駆動したときに、輝度が初期の半分の $500\text{ cd/m}^2$ になる間での時間で定義した。

【0042】その結果、本実施の形態においては、発光特性は $2.0\text{ lm/W}$ 、駆動寿命は $1010$ 時間であった。

【0043】一方、比較のために、陽極バッファ層を設けない以外は同様にして有機電界発光素子を作製し、特性を調べた。

【0044】その結果、発光効率は $1.0\text{ lm/W}$ 、駆動寿命は $500$ 時間であった。以上より、本実施の形態の有機電界発光素子は、発光効率、駆動寿命が大幅に改善されていることが確認された。

【0045】(実施の形態4) 本実施の形態では、陽極バッファ層として(表2)に示した化合物を用いた以外は、実施の形態3と同様に有機電界発光素子を作製し、その特性を評価した。

【0046】その結果を、以下の(表2)に示す。

【0047】

【表2】

陽極バッファ層	発光効率 (lm/W)	駆動寿命 (時間)
TPT+アルミニウム	1.9	1100
TPT+インジウム	2.1	1040
一般化シリコン+銀	1.8	990
フッ化マグネシウム+銀	1.9	920
TPT+一般化銀	1.9	950
TPT+酸化バリウム	1.8	930

【0048】(表2)より、本実施の形態の有機電界発

光素子は、発光効率、駆動寿命が大幅に改善されている

ことが確認された。

【0049】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、発光効率が高く駆動寿命時の輝度の低下が小さい有機電界発光素子が得られるという有利な効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態における有機電界発光素子の構成を示す図

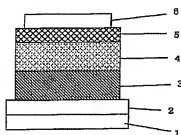
【図2】本発明の実施の形態における有機電界発光素子

の構成を示す図

【符号の説明】

- 1 ガラス基板
- 2 透明電極
- 3 正孔輸送層
- 4 発光層
- 5 陰極バッファ層
- 6 陰極
- 7 陽極バッファ層

【図1】



【図2】

